

# 거푸집공사 시공성 향상을 위한 거푸집 배치 효율화 지원 모델

- 구조부재 조정을 중심으로 -

## A Support Model of Optimum Layout Planning of Forms for Improving Constructability of Formwork

이 동 민\*      임 현 수\*\*      김 태 훈\*\*\*      조 훈 희\*\*\*\*      강 경 인\*\*\*\*\*  
Lee, Dongmin      Lim, Hyunsu      Kim, Taehoon      Cho, Hunhee      Kang, Kyung-In

### Abstract

The constructability of Formwork has a importantly influence on the duration and cost in a construction project. However, the existing studies on the formwork are mainly focused on a method of construction. Although a layout planning of forms, especially, is an important factors affecting the constructability and cost, it is done by engineers empirically and intuitionally after completion of structure design. Therefore this study suggest a decision support model for optimal formwork layout model based on the rearrangement of structural members by using Genetic Algorithm to improve constructability of formwork.

키 워 드 : 거푸집 공사, 시공성, 구조부재, 바닥거푸집, 최적배치, 유전자 알고리즘,  
Keywords : Formwork, Constructability, Structural Member. Slab Form, Optimum Layout, Genetic Algorithm

### 1. 서 론

거푸집 공사의 시공성은 골조공사와 전체 프로젝트의 공기 및 원가에 큰 영향을 미치는 중요 요소이다. 이에 모듈화 및 부재의 시스템화 등을 통한 공법적 개선은 지속적으로 이루어진 반면, 계획 측면의 노력이 미흡함으로써 공법 적용에 따른 시공성 향상에 한계를 지닌다. 특히, 거푸집 배치계획은 전체 거푸집 공사의 시공성과 비용을 좌우하는 중요 요소이나, 정해진 구조도면을 바탕으로 엔지니어의 경험에 의해 직관적으로 이루어짐으로써 계획 효율성과 품질 확보에 어려움을 지닌다 (Lee et al. 2009). 이에 본 연구에서는 구조부재의 크기 및 배치의 조정을 기반으로 보다 효율적인 거푸집 배치 계획 수립 지원 모델을 제안함으로써 거푸집 공사의 시공성 향상에 기여하고자 한다. 본 연구의 범위는 계획의 중요성과 난이도가 높은 바닥 거푸집 공사로 한정하였으며, 활용도가 가장 높은 알루미늄 거푸집(알폼)을 대상으로 하였다.

### 2. 거푸집 배치 효율화

본 연구에서는 거푸집 배치의 효율화를 위해 구조부재(기둥, 벽체)의 형태와 위치를 조정하여 규격 알폼의 배치면적을 최대화하는 구조부재 재배치 모델을 제시한다. 규격 알폼의 배치면적 최대화는 규격 알폼이 평면에 높은 비율로 적용되는 것을 의미하며, 시공이 어려운 비규격 알폼 유닛의 최소화를 통해 거푸집 공사의 시공성 향상을 달성할 수 있다. 또한 재배치된 알폼의 전체 유닛 수는 기존의 유닛 수보다 크지 않아야 전체 거푸집 시공물량의 감소로 시공성을 향상시킬 수 있기 때문에 재배치된 알폼의 유닛 수를 제한사항으로 설정하였다.

재배치는 형태와 위치가 변하는 구조부재와 알폼을 동시에 배치하여 규격 알폼 배치면적이 최대화되는 배치를 대안으로 도출하도록 하였으며, 빠른 대안의 도출을 위해 재배치의 범위는 골조부재에 접하는 알폼의 면적으로 한정하였다. 대안탐색에는 유전자 알고리즘을 사용하였으며, 이는 본 연구와 같이 다수의 배치 대안이 존재하는 경우 경험적 방법과 수학적 기법보다 빠르게 적용되어 효과적으로 최적 해를 찾는다(Hegazy, 1999).

\* 고려대학교 건축사회환경공학과 석사과정  
\*\* 고려대학교 건축사회환경공학과 박사과정  
\*\*\* 고려대학교 공학기술연구소, 공학박사  
\*\*\*\* 고려대학교 건축사회환경공학부 부교수, 공학박사 교신저자(hhcho@korea.ac.kr)  
\*\*\*\*\* 고려대학교 건축사회환경공학부 교수, 공학박사

### 3. 거푸집 배치 효율화 지원 모델

유전자알고리즘을 통한 구조부재 최적배치 모델은 그림 1과 같다. 먼저 기본데이터의 입력단계는 알폼의 규격 사이즈와 배치도면을 입력하고 배치의 방향성을 정한다. 다음 공간모델링 단계는 도면을  $x, y$ 축으로 좌표화하고 규격 알폼의 최소 크기 단위인 50mm로 격자화한다. 그 후 기둥과 접해있는 알폼을 모두 제거하고 배치 가능 영역으로 모델링한 뒤 기둥의 크기 변형범위와 이동 가능범위를 제약한다. 다음 목적함수 설정 단계에서는 규격 알폼을 주어진 공간 내에 최대로 배치하여 잔여 공간을 최소화하도록 하였다. 이때 배치 면적은 임의의 알폼  $F_i$ 의 좌표를 바탕으로 계산한다. 마지막 제약조건 검토 단계는 거푸집 유닛 간, 거푸집 유닛-배치 불가능 영역 간 간섭을 파악하고 거푸집 유닛수를 최소화하기 위해 재배치된 알폼 개수가 기존 배치도 대비 감소하였는지를 파악한다. 이때, 알폼  $F_i$  과 기둥  $C_i$ 의 경계는 타 거푸집 경계면 및 배치불가능 영역에 포함되지 않아야 한다. 조건을 충족하면 기둥의 크기와 좌표를 출력한다.

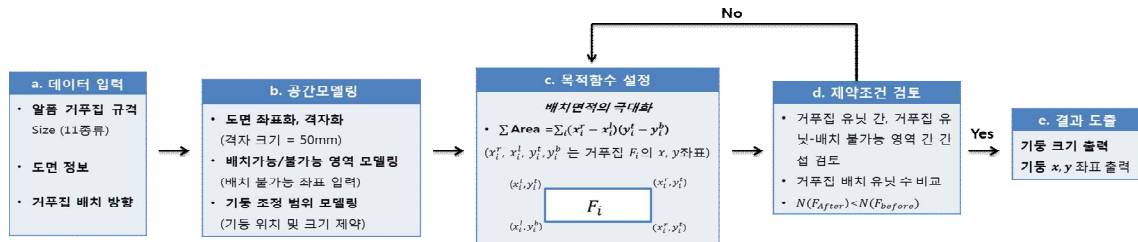


그림 1. 기둥 최적배치 모델

알고리즘은 11종류의 규격 알폼 중 임의로 하나를 선택한 뒤 알폼  $F_i$ 의 배열 방향, 좌측하단  $x, y$ 좌표를 무작위로 생성한다. 기둥의 경우 기본 크기를 중심으로 50mm단위로 확대/축소하여 크기를 변형하며, 최대 100mm까지 변형 가능하도록 하였다. 이동범위는 원점에서부터 500mm로 제한한 상태로 좌측 하단 좌표를 생성하였다. 이 범위는 구조 설계전문가의 자문을 통해 규격 알폼의 크기단위와 구조부재 설계 시 기둥 조정 가능범위 내에서 정하였다. 이 데이터를 가지고 전체 배치면적(목적함수)을 계산한 뒤 재생산, 교배, 돌연변이를 통해 더 큰 결과를 탐색한다(그림 2).

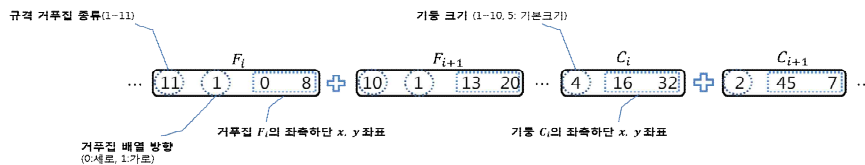


그림 2. 유전자 염기서열

### 4. 결 론

본 연구에서는 거푸집의 사공성을 구조도면에 고려하기 위해 알폼 거푸집 배치 시 기둥의 크기와 위치를 조정하여 규격 알폼의 비율을 늘리고 전체 알폼의 개수는 줄일 수 있는 모델을 제시하였다. 이 모델은 구조도면이 확정되기 전인 기획설계 단계에 적용 시 효율적일 것으로 판단되며 규격 알폼 배치의 최대화를 통해 거푸집 공사의 사공성을 향상 시킬 것으로 기대된다. 향후 본 모델의 일반화 및 적용범위 확대를 위한 지속적인 연구를 수행할 것이다.

### Acknowledgement

본 논문은 국토교통부가 출연하고 국토교통과학기술진흥원에서 위탁 시행한 2013년도 첨단도시개발사업 [과제번호: 09 첨단도시 A01]의 지원으로 이루어졌습니다.

### 참 고 문 헌

1. Lee, C., Ham, S. and Lee, G. The development automatic module for formwork layout using the BIM, ICCEM/ICCPM 2009, Jeju, Korea, Vol.3, pp.1266~1271
2. Hegazy, T., Optimization of Construction Time-cost Trade-off Analysis using Genetic Algorithms, Canadian Journal of Civil Engineering, 1999 Vol.26 No.,6, pp.685~697